

LE BULLETIN D'INFORMATION DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE

COMMUNICATIONS DU SECRÉTARIAT

Bibliographie hydrologique internationale

Les pays adhérents à l'UGGI qui sont en retard pour la publication de leur bibliographie hydrologique sont priés de prendre toutes mesures nécessaires pour combler leur retard.

Assemblée Générale de Toronto

Aux sujets devant être traités au cours de cette Assemblée Générale et dont la liste a été donnée dans le numéro de septembre 1955 du *Bulletin d'Information de l'UGGI*, il convient d'ajouter *Les Rivières à Marées*. Ce sujet sera discuté dans une séance commune avec l'Association Internationale d'Océanographie Physique.

Symposia Darcy

Il est rappelé que les symposia suivants se tiendront à Dijon du 20 au 26 septembre 1956: ils ont été dénommés 'Symposia Darcy,' en l'honneur de l'hydrologue de ce nom qui publia en 1856 son célèbre mémoire sur *Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon*.

- (a) *Symposium sur l'Evaporation*. Une séance seulement lui sera consacrée en préparation de la réunion de Toronto en 1957 où le problème sera traité amplement.
- (b) *Symposium sur les phénomènes de filtration* (Mouvement des Eaux Souterraines). On lui consacrerá de 4 à 5 séances.
- (c) *Symposium sur les crues*. 2 à 3 séances lui seront réservées.

Le Conseil de l'Association profitera de la circonstance pour tenir deux séances.

Il est rappelé que les titres des mémoires présentés doivent parvenir au Prof. L. J. TISON, rue des Ronces, 61, Gentbrugge, Belgique, avant le 1^{er} juin 1956. Les mémoires eux-mêmes doivent lui parvenir avant le 1^{er} août 1956.

Une excursion de trois jours à la Durance sera organisée en accord avec l'Électricité de France du 27 au 29 septembre 1956.

EXPÉDITION GLACIOLOGIQUE INTERNATIONALE AU GROENLAND (EGIG)

PRÉAMBULE

Au cours de l'Assemblée Générale de l'UGGI tenue à Rome en septembre 1954, diverses prises de contact eurent lieu entre des membres de la Commission

des Neiges et des Glaces de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique et la possibilité fut examinée d'entreprendre une expédition glaciologique internationale au Groenland. Les consultations se poursuivirent au cours de l'année 1955 et après une première réunion de quelques membres de la Commission des Neiges et des Glaces (dont le Président et le Vice-Président), il fut demandé au Secrétaire de l'AIHS s'il estimait que la Commission des Neiges et des Glaces pouvait donner son patronage à cette expédition. Seul le Conseil de l'Association pouvait répondre à cette question. Il fut consulté par correspondance: aucune des réponses reçues ne s'opposait à la demande présentée. Après avoir consulté le Secrétaire Général de l'Union, le Secrétaire de l'Association écrivit que le patronage en question pouvait être accordé mais qu'il ne fallait compter sur aucun soutien financier de l'Union ou de l'Association, sauf peut-être pour les publications scientifiques.

La Commission des Neiges et des Glaces continua son travail de préparation qui conduisit à la convocation d'une réunion tenue à Grindelwald et au Jungfraujoch, du 3 au 7 avril 1956 et dont le compte rendu figure ci-après.

On pourra noter que la réunion de Grindelwald a constitué un 'Comité Spécial' pour l'EGIG. Le Secrétaire Général de l'UGGI, lorsqu'il a eu connaissance de cette décision, a prié le Secrétaire de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique de faire changer le nom de cet organisme en 'Sous-Commission de l'EGIG,' cette sous-commission faisant partie de la Commission des Neiges et des Glaces. Il lui a, en effet, paru que l'usage du terme 'Comité Spécial' devait être réservé à des entreprises de plus grande envergure que celle envisagée dans l'EGIG, et placées directement sous la patronage du Conseil International des Unions Scientifiques.

Les abréviations suivantes ont été utilisées dans le texte qui suit:

EPF pour Expéditions Polaires Françaises
SIPRE pour Snow, Ice and Permafrost Research Establishment.

I. COMPTE RENDU DE LA RÉUNION DE GRINDELWALD ET DU JUNGFRAUJOCH (3-7 AVRIL 1956)

Étaient présents à la réunion:

Prof. Dr. H. BADER, SIPRE, 1215 Washington Avenue, Wilmette, Ill., États-Unis.

Prof. A. BAUER, 9 rue d'Epinal, Strasbourg-Neudorf, France.

Prof. Dr. B. BROCKAMP, Geologisches Institut, Pferdegasse 3, Münster i.W., Allemagne.

Dr. C. BULL, Department of Geology, The University, Birmingham, Grande-Bretagne.

Prof. R. FINSTERWALDER, Institut für Photogrammetrie, Arcisstrasse 21, Munich, Allemagne.

Prof. B. FRISTRUP, Institut de Géographie, Studiestræde 6, Copenhague, Danemark.

Prof. Dr. R. HAEFELI, Susenbergstrasse 193, Zurich 6, Suisse.

Dr. W. HOFMANN, Technische Hochschule, Arcisstrasse 21, Munich, Allemagne.

Prof. Dr. H. HOINKES, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität, Innsbruck, Autriche.

Dr. E. JOST, Wyttenbachstrasse 25, Berne, Suisse.

Ing. P. KASSER, ETH, Zurich, Suisse.

Prof. Dr. M. KNEISSL, Président, Deutsche Union für Geodäsie und Geophysik, Arcisstrasse 21, Munich, Allemagne.

Prof. F. KOBOLD, ETH, Zurich, Suisse.

Dr. W. KOPP, Meteorologische Institut der Technische Hochschule, Darmstadt, Allemagne.

Dir. H. LARSEN, Arktisk Institut, Charlottenlund, Danemark.

Prof. Dr. H. LICHTE, Geodätische Institut der Technische Hochschule, Karlsruhe, Allemagne.

M. O. LIESTØL, Norsk Polar Institut, Oslo, Norvège.

Dr. M. S. MEIER, Division of Geological Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, États-Unis.

Prof. B. L. MERCANTON, Église anglaise 20, Lausanne, Suisse.

M. J. P. PORTMANN, 3 Vy d'Etra, Neuchâtel, Suisse.

Dr. M. DE QUERVAIN, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Suisse.

Prof. A. RENAUD, 20 Avenue Rambert, Lausanne, Suisse.

M. A. ROCH, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Suisse.

Dr. H. RÖTHLISBERGER, ETH VAWE, Zurich, Suisse.

Mlle F. SPICIGER, Fondation Suisse pour Explorations Alpines, Zurich, Suisse.

Prof. Dr. STICKER, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg b. Bonn, Allemagne.

Dr. C. W. M. SWITHINBANK, Scott Polar Research Institute, Lensfield Road, Cambridge, Grande-Bretagne.

Prof. L. J. TISON, Secrétaire de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique, 61 Rue des Ronces, Gentbrugge, Belgique.

M. P. E. VICTOR, 47 Avenue du Maréchal Fayolle, Paris 16, France.

M. A. H. WEIDICK, Mineralogiske Museum, Østervoldgade 7, Copenhague, Danemark.

Soit au total 30 participants représentant 9 pays différents.

La réunion débuta par une allocution du Prof. HAEFELI qui souhaite la bienvenue à Grindelwald aux participants, au nom de la Commission des Neiges et des Glaces. Il excusa M. DE BEAUMONT qui ne pouvait assister à la réunion, salua les vétérans de l'Expédition Suisse au Groenland de 1912 et remercia tous ceux qui ont participé à l'organisation de cette réunion.

Il rappella ensuite que le but de l'expédition était de procéder à l'étude glaciologique d'une bande comprise entre les latitudes 69°N et 73°N, à l'installation de balises dans cette zone qui serviront à établir un profil de nivellement pour déterminer les variations de l'Inlandsis. De plus l'expédition procédera à l'étude géophysique de la région du Groenland située au nord du parallèle de 73°N. Le projet est patronné par l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique, le Gouvernement du Danemark a donné son accord. D'ores et déjà le financement de l'expédition paraît assuré et le concours scientifique de cinq nations paraît acquis. La question des transports et de l'organisation matérielle est réglée puisque les Expéditions Polaires Françaises ont demandé d'en être chargées, ce qui leur a été accordé. Le projet se présente donc sous un jour favorable. Mais il

reste encore une double tâche importante à résoudre, la création d'une organisation et la coordination des programmes scientifiques. M. Haefeli conclut en proposant de donner la présidence de la réunion au Prof. M. KNEISSL, la présidence d'honneur au Prof. MERCANTON et de désigner M. P. E. VICTOR comme directeur des débats.

Après l'allocution de M. Haefeli, M. BAUER a donné lecture d'une déclaration de principe qui a été adoptée à l'unanimité.

DÉCLARATION DE PRINCIPE

La Commission des Neiges et des Glaces, dont l'un des buts est de promouvoir les recherches glaciologiques, après l'Assemblée Générale de l'UGGI à Rome en septembre 1954, a estimé qu'une nouvelle expédition sur l'Inlandsis du Groenland était souhaitable.

La Commission a décidé de promouvoir une expédition glaciologique internationale. Pour ce faire, elle a demandé et obtenu délégation de pouvoir du Conseil de l'Association d'Hydrologie Scientifique pour patronner cette expédition.

Les buts principaux de l'Expédition, fondés sur les travaux des Expéditions antérieures, seraient :

- (i) étudier une zone ouest-est entre les parallèles 68 et 73;
- (ii) établir un profil transversal permanent dans cette zone;
- (iii) compléter par sondages sismiques la carte du sous-sol au nord du 73°N.

Après de multiples contacts au cours de l'année 1955, la Commission a acquis la certitude que cette expédition était réalisable.

L'organisation et la réalisation sur le terrain seraient confiées à M. Paul-Émile VICTOR, Chef des Expéditions Polaires Françaises, à qui les résultats obtenus depuis 1948 ont consacré une place primordiale dans le monde scientifique et polaire.

La Commission des Neiges et des Glaces, et les représentants des différents organismes, réunis en Assemblée Générale à Grindelwald du 3 au 7 avril 1956, décident ce qui suit :

RESOLUTION

1. L'Expédition Glaciologique Internationale au Groenland (EGIG) est officiellement constituée à cette date.

2. Elle est formée comme suit :

2.1. Un Comité Spécial de la Commission des Neiges et des Glaces de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique de l'UGGI dont le rôle est de :

- (a) préparer le programme de recherches scientifiques,
- (b) contrôler les résultats scientifiques obtenus,
- (c) superviser la publication des résultats.

2.2. L'Expédition proprement dite, dans laquelle le rôle des Expéditions Polaires Françaises est le suivant.

- (a) organisation et réalisation,
- (b) direction des opérations sur le terrain,
- (c) établissement du programme d'études techniques.

Le Prof. Tison a bien précisé qu'il acceptait cette déclaration à titre personnel, mais que la création de ce Comité Spécial engageant l'Association d'Hydrologie Scientifique et l'UGGI leur accord devait être demandé.

Le Comité Spécial est constitué comme suit:

Danemark: H. LARSEN, B. FRISTRUP.

Suisse : R. HAEFELI, F. KOBOLD.

Allemagne: R. FINSTERWALDER, B. BROCKAMP.

France : A. BAUER, P. E. VICTOR, un membre à désigner.

L'Assemblée précise encore que l'expédition sera commune sans différenciation de nationalités.

La présidence du Comité Spécial est confiée à M. HAEFELI, et le Secrétariat à M. BAUER.

Au cours d'une seconde séance, plénière, ont été examinées les propositions présentées par les Expéditions Polaires Françaises.

Au cours de la discussion, il est révélé que la France interviendra financièrement pour un montant de 150 millions de francs français, que la Suisse (diverses organisations) apportera 400 000 francs suisses et que l'apport de l'Allemagne sera de 600 000 DM.

Au sujet de l'établissement du budget, il est noté que les dépenses techniques interviendront vraisemblablement pour plus de 50 pour cent. Il est décidé que le contrôle financier s'effectuera deux fois par an.

La responsabilité de chef de l'Expédition est offerte à M. P. E. VICTOR qui accepte avec empressement.

Les techniciens seront choisis par les Expéditions Polaires Françaises. Quant au personnel scientifique ou scientifique-technique, il sera nommé par le Comité Spécial à la majorité des deux tiers des voix, sur proposition de M. Victor. En cas de doute concernant la catégorie dans laquelle un matériel doit être classé (scientifique ou technique), le Comité Spécial décidera.

Le financement des frais généraux supplémentaires, occasionnés aux Expéditions Polaires Françaises par l'organisation de l'EGIG pour 1956 est fixé comme suit:

Frais généraux des Expéditions Polaires Françaises ..	2 400 000 frs fr.
Frais de M. Bauer	1 600 000 frs fr.
Frais du Secrétariat	500 000 frs fr.
Frais imprévus	500 000 frs fr.
	<hr/>
	5 000 000 frs fr.

La participation de chaque organisme à ces frais sera fixée par le Comité.

Pour les publications il a été décidé que les publications hydro-glaciologiques seront réservées par priorité aux *Comptes Rendus de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique*, et que les résultats scientifiques définitifs seront publiés dans les *Meddelelser om Grønland*.

Au cours de la 3^e séance, le Dr. BADER, parlant au nom de SIPRE, fait connaître qu'il peut mettre à la disposition de l'EGIG du matériel

actuellement en dépôt sur l'Inlandsis (4 weasels, 2 wanigans, 4 traîneaux, plusieurs tonnes d'essence, 200 rations alimentaires homme/jour). Il peut également admettre la participation de trois (peut-être quatre) glaciologues à l'EGIG à un cours de glaciologie sur l'Inlandsis au départ de Thulé, au mois d'août 1956, organisé par SIPRE.

Le Président, ayant remercié le Dr. Bader, lui demande de bien vouloir accepter de faire partie de la Commission d'Études du Programme Scientifique. Le Dr. Bader accepte à titre personnel.

La réunion décide de profiter de l'offre du Dr. Bader relative au cours de glaciologie de Thulé et décide d'y envoyer un allemand, un suisse et un français. Dans le cas où un quatrième participant serait autorisé par SIPRE, le Prof. KNEISSL propose que ce soit un géodésien auquel une spécialisation de glaciologie serait donnée.

Le Prof. Kneissl exprime l'opinion que le temps est passé de 'l'héroïsme' dans une expédition. Il estime par conséquent indispensable d'assurer aux participants de l'EGIG les moyens les meilleurs pour éviter les risques. Étant donné les sommes toujours insuffisantes dont dispose une expédition, il conclut à la nécessité d'éveiller l'intérêt du grand public dans les différents pays participants, pour provoquer l'aide du domaine privé. Il propose que chaque pays tienne le compte des dons ainsi obtenus, dans une comptabilité et un inventaire EGIG.

Le Prof. HAEFELI propose que le Prof. Kneissl fasse partie du Comité Spécial comme représentant de l'UGGI. Le Prof. TISON transmettra la demande au Président de l'AIHS et à l'UGGI.

II. COMPTE RENDU DES SÉANCES CONSACRÉES AU PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Comme base de discussions, les participants avaient à leur disposition le document remarquable établi par la Suisse qui est reproduit *in extenso* à la fin de ce Compte Rendu 'Projekt der Internationalen glaziologischen Grönlands-expedition, 1957-1959.'

Une première séance scientifique, présidée par le Prof. BAUER, a eu lieu le 6 avril.

Sur proposition du Prof. HAEFELI, il a été décidé de diviser les problèmes scientifiques en 4 groupes d'études principaux:

- A. Météorologie
- B. Glaciologie
 - Nivologie
 - Glaciologie
 - Hydroglaciologie
- C. Géophysique
 - Séismologie
 - Gravimétrie
- D. Géodésie (Balisage).

Comme base de discussion on a pris le projet de programme général distribué en septembre 1955. La réunion a proposé qu'un programme scien-

tifique *idéal* soit établi au cours de la réunion du Jungfraujoch, ainsi qu'une liste du personnel scientifique *idéal* nécessaire à la réalisation de ce programme *idéal*. Les adaptations nécessaires aux réalités financières et opérationnelles seront faites par la suite.

Lignes générales du programme d'études météorologiques

Les études météorologiques à entreprendre doivent être seulement celles nécessaires aux travaux de glaciologie. Deux ou trois stations seront établies pour les observations météorologiques, si possible avec enregistrement automatique. On étudiera surtout la couche basse de l'atmosphère, c'est à dire jusqu'à environ 300 m au-dessus du Firn. Les déplacements imposés par d'autres considérations seront utilisées pour obtenir le plus d'indications météorologiques possibles. Le problème du déplacement des neiges sous l'action du vent (Snowdrift-Problem) devra faire l'objet d'études particulières.

Glaciologie

(a) Étude de la neige:

- Dépôts de neige et transformation.
- Thermodynamique de la zone des névés.
- Mécanique de la neige.

(b) Étude des glaciers:

- Mouvements de la glace comme problème rhéologique.
- Mécanique de la zone des névés.
- Causes de formation de la zone des cassures.
- Mécanique du mouvement de la glace et ses relations avec l'érosion.
- Physique et chimie de la glace.
- Études pétrographiques et cristallographiques.
- Étude des corps étrangers d'origine atmosphérique (sels) ou cosmiques.
- Étude des isotopes de l'hydrogène et de l'oxygène.

(c) *Hydroglaciologie* (Recherches sur l'ablation en liaison avec les observations météorologiques)

- Sondages.
- Mesure des débits.
- Regel de la glace.
- Pertes de volume des glaciers sous formes solide et liquide.

Géophysique: séismologie

- (a) Profil précis ouest-est le long de la route EPF existante.
- (b) Possibilité de profils supplémentaires latéraux ou transversaux.
- (c) Carte détaillée du substratum du bassin de drainage de la région Umanak-Disko.
- (d) Topographie du bassin de drainage d'un fleuve de glace (profil transversal).
- (e) Répétition des mesures sismiques (Brockamp-Wegener 1931).
- (f) Recherches sismiques théoriques.

- (g) Prospection dans la zone nord de l'Inlandsis (complètement de la carte du substratum existante).

Géophysique: gravimétrie

- (a) Mesures gravimétriques le long de l'axe principal.
(b) Études de marées terrestres.

Géodésie (Balisage)

La seule conclusion que M. KOBOLD ait pu tirer de l'ensemble de cette discussion et de ses conséquences en ce qui concerne la géodésie est la suivante: le personnel géodésique représentera probablement la moitié de l'ensemble du personnel scientifique de l'expédition. Ses problèmes principaux seront:

- l'établissement d'un profil est-ouest (en plan et en élévation).
- le levé de profils transversaux.
- le repérage des points de sondages sismiques ou autres.
- des mesures de vitesses sur les glaciers.

Les divers groupes d'études devront remettre aux géodésiens des indications sur la précision demandée.

Une 5^e séance sous la présidence du Prof. FINSTERWALDER a été tenue le 7 avril, au cours de laquelle a été étudiée la composition des Comités d'Études scientifiques. Les principes généraux suivants ont été adaptés.

1. Il sera constitué quatre groupes d'études scientifiques dont le responsable serait le représentant de la discipline correspondante dans le Comité Spécial. Les groupes proposés et leurs représentants sont les suivants:

(a) Météorologie	Dr. W. KOPP,
(b) Glaciologie	Prof. R. HAEFELI.
(c) Géophysique	Dr. B. BROCKAMP.
(d) Géodésie	Prof. F. KOBOLD.

Le groupe de glaciologie sera lui-même divisé en quatre sous-groupes.

(b ₁) Étude la neige	M. DE QUERVAIN.
(b ₂) Physique et chimie	M. A. RENAUD.
(b ₃) Hydro-glaciologie	Dr. P. KASSER.
(b ₄) Débit des glaciers	Prof. B. FRISTRUP.

Les personnes ci-dessus sont priées de constituer leurs groupes et sous-groupes d'études et d'en soumettre la composition pour approbation au Comité Spécial.

Le programme scientifique *définitif* de l'EGIG devrait être prêt pour le 15 novembre 1956.

2. Il a été décidé que les trois places offertes par SIPRE à l'EGIG pour le stage glaciologique de Thulé seraient attribuées à un suisse, un allemand et un français et que, si une quatrième place était offerte elle serait attribuée à un géodésien autrichien.

3. Le Prof. FINSTERWALDER a demandé que les 4 groupes d'études coordonnent leur programme avant de les présenter au Comité Spécial.

M. P. E. VICTOR étudiera et distribuera aux différents Groupes d'Études des formulaires pour assurer la coordination des moyens à mettre à leur disposition. Il a été souligné que si différentes disciplines doivent travailler dans le même groupe sur le terrain, il faudra alors arranger leur emploi du temps de façon que les divers groupes ne se dérangent pas. M. P. E. Victor devra recevoir, de chaque groupe scientifique, les indications précises suivantes :

- pour les travaux scientifiques : un horaire ;
- pour le transport : la distance à parcourir ;
- pour les instruments : leurs poids et dimensions avec indication de leur fragilité.

Au cours d'une dernière séance, le 8 avril, M. LARSEN a précisé la position des représentants danois (MM. FRISTRUP et LARSEN). Ils donnent leur accord en ce qui concerne les projets scientifiques et l'organisation générale de l'expédition. Dès leur retour au Danemark, ils étudieront avec le Comité Scientifique Danois du Groenland, la collaboration éventuelle des scientifiques danois. Ils essaieront d'obtenir une coopération financière du Danemark, peut-être du Rask-Ørsted Fond. Ils étudieront aussi la possibilité d'une coopération du Danemark pour les transports, le matériel etc. Enfin ils examineront la possibilité de faire couvrir tout ou partie des frais de publication dans *Meddedelser om Grønland*, par le Gouvernement danois.

Au cours de cette même séance il a été décidé de créer un Comité d'Honneur et MM. HAEFELI et BAUER ont été chargés de proposer une liste de membres de ce Comité au Comité Spécial. Ils ont été également chargés d'écrire aux pays qui ont exprimé leur intérêt pour l'EGIG mais n'ont pu se faire représenter à la réunion.

Enfin le Comité Spécial a recommandé aux Expéditions Polaires Françaises de publier le plus rapidement possible toutes les observations, mesures astronomiques et exploitation de toutes les mesures géodésiques faites au Groenland. Le Comité Spécial a déclaré qu'il serait souhaitable qu'une étude de tous les enregistrements sismiques faits par les Expéditions Polaires Françaises au Groenland soient réalisés et diffusés le plus tôt possible.

Pour la publication des travaux de l'expédition Wegener (nivellement du Professeur WEIKEN et observations météorologiques du Dr. GEORGI), la Deutschforschungsgemeinschaft s'est engagée à en assurer la publication. Le Prof. BROCKAMP en avisera le Prof. WEIKEN et le Dr. GEORGI. Le Comité Spécial recommande à la Deutschforschungsgemeinschaft de faire une nouvelle publication pour diffusion de :

Nachtrag zu den wissenschaftlichen Ergebnissen der deutschen Grönland Expedition Alfred Wegener.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1951.

Au cours d'une première session des Groupes de Météorologie et Glaciologie, au Jungfraujoch, le 7 avril 1956, le Prof. HAEFELI a présenté un projet de M. DUMONT, des Expéditions Polaires Françaises. A côté de la Station Centrale, la station Crête serait prévue où des recherches glaciologiques et

météorologiques seraient effectuées. Un puits de 30 à 40 mètres serait creusé. M. Dumont avec quatre hommes serait parachuté, en juin 1956, à la Station Crête où ils hiverneraient; ils procéderaient à l'essai de la thermosonde et à l'exécution de travaux scientifiques demandés par l'EGIG.

La discussion montre que les personnes présentes envisagent favorablement le projet Dumont. Le Dr. BADER propose que la Station Dumont ne soit pas établie sur la Crête, mais sur le versant Est à la même altitude que la Station Centrale. Le puits devrait si possible atteindre une grande profondeur (60 à 100 m) pour arriver à la glace. Un treuil et un thermomètre au 1/100 pourraient éventuellement être fournis par SIPRE.

La discussion sur le projet Dumont sera continuée au Comité Spécial.

Pour le programme d'études hydro-glaciologiques, au Camp IV les travaux seront entrepris en 1958 et comprendront:

- observations micro-météorologiques complètes,
- observations de température complètes,
- observations de rayonnement complètes,
- mesures d'ablation,
- mesures des gradients:
 - de l'humidité,
 - de la température,
 - de la vitesse du vent.

Le Prof. HOINKES fait remarquer qu'il serait souhaitable que les observations de 1958 ne soient pas limitées à la zone d'ablation, c'est à dire au Camp IV, mais que des observations similaires soient aussi faites sur le profil jusqu'à la Station Centrale, pour des études comparatives.

Le travail au Camp IV doit être commencé le 1^{er} mai 1958. Comme il est nécessaire que les participants ne soient pas obligés d'hiverner, ils doivent être amenés en avion au Camp IV sinon au Camp VI, où des weasels du SIPRE sont à leur disposition.

P. E. VICTOR demande que les différents groupes scientifiques lui communiquent immédiatement les problèmes particuliers qui pourraient se poser à eux.

PROGRAMME GÉNÉRAL ENVISAGÉ

1. On peut considérer que dans ses grandes lignes, l'EGIG travaillera dans deux secteurs principaux:

- (a) Au centre du Groenland (une bande Ouest-Est entre 69° et 73°N),
- (b) Dans la partie Nord de l'Inlandsis.

Il en découle que les opérations devraient prendre comme point de départ:

- (a) un point de départ dans la partie centrale Sud du Groenland, si possible BW 8,
- (b) un point de départ dans la partie Nord du Groenland (si possible Thulé).

Dans le cas où l'utilisation de BW 8 et de Thulé ne serait pas possible, un seul point de départ serait utilisé: Port Victor dans Quervain Havn.

2. *Reconnaissance 1957 et vols*

Les reconnaissances sur le terrain seraient effectuées au printemps et en été 1957 pour décider des meilleures voies d'accès.

3. *Expédition 1958*

- (a) Un groupe glaciologique côtier Ouest étudierait la décharge des glaciers principaux de la région Umanak-Disko.
- (b) Un groupe géodésique côtier Est ferait la triangulation au niveau de la mer Cecilia Nunatak.
- (c) Des groupes de transport amèneraient le matériel au point de débarquement choisi et le transporteraient en lisière de l'Inlandsis.

4. *Campagne 1959*

- (a) Transport du matériel à travers la zone de fonte au printemps.
- (b) Travaux côtiers.
- (c) Campagne d'été sur l'Inlandsis.
- (d) Installation du groupe d'hivernants à la Station Centrale ou à la Station Crête.

5. *Hivernage 1959-60*6. *Campagne 1960*

- (a) Groupe côtier éventuel.
- (b) Travail sur l'Inlandsis.

Nous publions ci-après deux documents importants relatifs à l'EGIG préparés respectivement par les Prof. R. HAEFELI et P. KASSER.

R. HAEFELI

INTERNATIONALE GLAZIOLOGISCHE GRÖNLAND- EXPEDITION, 1957-1959

Wissenschaftliche Ziele

I. PROBLEMSTELLUNG

Im Kreislauf des Wassers spielen die Gletscher die Rolle einer stillen Reserve, die sich mit den Klimaschwankungen ständig verändert. Während die jährlich zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre infolge Verdunstung und Niederschlag zirkulierende Wassermenge einer die ganze Erdoberfläche umhüllenden Schicht von rund 90 cm entspricht, würde sich nach den neuesten Untersuchungen das Meeresniveau um rund 54 m heben, wenn sämtliches auf der Erdoberfläche vorhandene Eis, dessen Volumen rund 22 Millionen km³ geschätzt wird, schmelzen würde.* Grönland, dessen Eiskubatur nach den Ergebnissen der französischen Expedition von P. E. VICTOR ca 2,6 Mill. km³ beträgt, verfügt über rund 12 Prozent des gesamten Eisvolumens der Erde. Würde z.B. der Gletscherschwund in Grönland ein ähnliches

* A. BAUER: Über die in der heutigen Vergletscherung der Erde als Eis gebundene Wassermasse. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 6 (1955) 60-70.

Ausmass erreichen, wie im vergangenen Jahrhundert in den Alpen,* so hätte dies unter sonst gleichen Bedingungen innert hundert Jahren eine Hebung des Meeresspiegels von rund 26 cm zur Folge.

Diese wenigen Zahlen, die nur als grobe Schätzungen zu bewerten sind, mögen dartun, dass dem Eishausalt des grönländischen Inlandeises, als grösster Gletscher der Arktis, eine lebenswichtige Bedeutung zukommt. Seine Erforschung gehört daher zu den interessantesten Aufgaben der Glaziologie, wobei die Betrachtung des *Inlandeises als Klimatoskop*, das auf den Wechsel der klimatischen Bedingungen der nördlichen Hemisphäre in empfindlicher Weise reagiert und deren Einflüsse über Jahrtausende integriert, im Vordergrund steht. Mit dieser Zielsetzung stellt sich die geplante Expedition in den Rahmen der von der Internationalen Assoziation für Hydrologie auf Antrag der Kommission für Schnee und Eis für das AGI aufgestellten Richtlinien.

Das genannte zentrale Problem bildet den äusseren Rahmen für eine grössere Zahl von Teilproblemen, die zwar einzeln angepackt und bearbeitet werden müssen, aber derart ineinandergreifen, dass sie ohne eine intensive Ganzheitsbetrachtung nicht befriedigend gelöst werden können. Diese Erkenntnis, in Verbindung mit der Tatsache, dass sich nur durch die Zusammenarbeit verschiedener Länder die einzelnen Fachgebiete in wirklich führender Weise vertreten lassen, liegt dem Plan einer internationalen glaziologischen Expedition nach dem Inlandeis, der am UGGI-Kongress 1954 in Rom gefasst wurde, zu Grunde. Ausserdem war dabei das Bewusstsein massgebend, dass es sich hier nicht um eine zeitlich eng begrenzte Aufgabe handelt, die sich im geophysikalischen Jahr 1957–58 vollständig erledigen lässt, sondern um eine *Kontrolle des Inlandeises auf lange Sicht*, d.h. um eine Aufgabe, an deren Erfüllung—abgesehen vom Souverän (Dänemark)—viele Länder der nördlichen Hemisphäre interessiert sind und die sowohl zur Sicherung der Kontinuität der Beobachtungen wie auch zur Beschaffung der notwendigen Mittel zu einer internationalen Zusammenarbeit aufruft.

Die während des AGI 1957–58 von der geplanten Expedition vorgesehenen Arbeiten bilden einerseits die logische Fortsetzung der von früheren Expeditionen verschiedener Länder durchgeführten Forschungen mit allen heute zur Verfügung stehenden Mitteln und liefern andererseits den Ausgangspunkt für eine systematische Kontrolle der zentralen Zone des Inlandeises in der Zukunft. Zu diesem Zwecke muss das Kontrollprofil, das sich vom de Quervainshavn (Westküste) über die 'Station Centrale' der Franzosen ca. 1000 km quer durch die höchsten Gebiete des Inlandeises bis nach Cecilia Nunatak an der Ostküste hinzieht, so durch Schneepiegel gesichert werden, dass dieselben die Periode zwischen zwei geophysikalischen Jahren (ca. 25 Jahre) überstehen, um dadurch die während einer Generation stattfindenden Veränderungen feststellen zu können.

Da die Wahl des Kontrollprofils nicht nur morphologisch, sondern vor allem auch historisch bedingt ist, sei die nachstehend skizzierte Entwicklung durch einen kurzen Rückblick auf frühere Expeditionen eingeleitet, die dem geplanten Unternehmen den Weg weisen und seine Programmgestaltung weitgehend bestimmen.

* J. HOLZSCHERRER-BAUER: Contribution à la connaissance de l'Inlandsice du Groenland. *Expéditions Polaires Françaises*, 1954.

II. RÜCKBLICK UND AUSBLICK

Nach der ersten Inlandeisdurchquerung in Südgrönland durch Fritjoff Nansen (1888) folgte 24 Jahre später (1912) die zweite Durchquerung durch Prof. A. DE QUERVAIN, die überaus wertvolle glaziologische und meteorologische Daten lieferte, von denen alle späteren Expeditionen profitierten.* Kurz nachher (1913/B) fand weiter nördlich die bekannte dänische Inlandeisdurchquerung von Hauptmann J. P. KOCH und Dr. A. WEGENER statt, deren sehr reichhaltige wissenschaftliche Ergebnisse 1930 in zwei Bänden publiziert wurden.† Nachdem die dänischen Pionierexpeditionen mit der 'Jubiläumsexpedition' von Dr. Lauge KOCH abgeschlossen wurden und Dänemark 1921 bekannt gab, dass es seine Souveränität auf ganz Grönland ausdehne, hat die deutsche Grönlandexpedition von A. WEGENER eine Station in Eismitte errichtet und 1930–31 darin überwintert,‡ wobei bahnbrechende Ergebnisse erzielt wurden. Die Station Eismitte (ca. 3000 m.ü.M.), die von der französischen Grönlandexpedition seit Juli 1949 neu eingerichtet und weitergeführt wurde, figuriert auch im Programm der geplanten internationalen Expedition als zentraler Beobachtungspunkt des Inlandeises.

Mit der mehrjährigen Expedition von P. E. VICTOR (1948–1951), der bereits 1936 die grönländische Eiswüste mit Hundeschlitten durchquert hatte, wurde das Inlandeis von Zentralgrönland erstmals in grosszügiger Weise mit allen modernen Mitteln der Technik und der Motorisierung wissenschaftlich untersucht. Als Ausgang diente wiederum de Quervains-havn an der Westküste, von wo die französische Expedition mit Hilfe von Raupenfahrzeugen (Weasels) zur Station Eismitte und quer durch Zentralgrönland bis nach Cecilia-Nunatak an der Ostküste vorstieß. Ausserdem wurde auf vielen Zickzackwegen ein enormes Gebiet seismisch gravimetrisch erforscht.§ Neben dem Hauptziel der französischen Expedition, das darin bestand, durch Schweremessungen einen Beitrag zum Problem der Isostasie der grönländischen Scholle unter der Belastung der Eiskuppe zu liefern, wurde durch die ausgedehnten seismischen Messungen der Verlauf des Substratum des Inlandeises weitgehend abgeklärt und der für alle weiteren Forschungen fundamentale Nachweis erbracht, dass der Felsuntergrund in Zentralgrönland annähernd auf Meereshöhe liegt, sodass die grösste Mächtigkeit der aus Firn und Eis bestehenden Kalotte ca. 3300 m beträgt.

Am Kongress der UGGI vom September 1954 in Rom, an welchem die oben genannten Ergebnisse der französischen Grönlandexpedition zur Diskussion standen, wurde im Schosse der Int. Kommission für Schnee und Eis der Vorschlag gemacht, das vom EPF durch Schneepegel markierte

* A. DE QUERVAIN et P. L. MERCANTON: Résultats Scientifiques de l'Expédition Suisse au Groenland 1912–13, *Copenhagen*, 1925.

† J. P. KOCH et A. WEGENER: Wissenschaftliche Ergebnisse der Dänischen Expedition nach Dronniag Louises-Land und quer über das Inlandeis von Nordgrönland 1912–13, *Köbenhavn*, 1930.

‡ E. SORGE: Glaziologische Untersuchungen in Eismitte, in: Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Grönlandexpedition Alfred Wegener 1929 und 1930–31. *F. A. Brockhaus*, Vol. 3, 1935.

§ A. BAUER: Wissenschaftliche Ergebnisse der französischen Polarexpeditionen. *Naturwissenschaftl. Rundschau*, 1952, H.1.

Profil zwecks Erhaltung der Kontinuität der Messungen—insbesondere aber zur Erforschung von Bewegung, Schwankung und Firnzuwachs des Inlandeises—vor dem Einschneien zu bewahren und im Rahmen der für das AGI vorgesehenen Gletscherkontrollen weiter auszubauen und zu vermessen. Zunächst galt es, durch rasches Handeln die genannte Punktreihe durch Kontrolle und Verlängerung der Pegel vor dem Verschwinden zu schützen, eine Aufgabe, die im Geiste internationaler Zusammenarbeit von der SIPRE im Sommer 1955 in zuvorkommender Weise und mit Erfolg durchgeführt wurde. Der Vorteil einer gemeinsamen Anstrengung verschiedener Länder zur Erforschung des Inlandeises wurde am Kongress in Rom 1954 offensichtlich, als die Diskussion eines für die Beurteilung der Gletscherbewegung fundamentalen Teilproblems (Temperatur an der Gletschersohle) auf Grund verschiedener Beiträge, die sich gegenseitig ergänzten, zu einer einheitlichen Auffassung führten, während andererseits Fragen aufgeworfen wurden, an deren Lösung ein einzelnes Land sich nicht heranwagte.

Eine generelle Aufzählung der wissenschaftlichen Ziele der geplanten Expedition findet sich im Annex 3 des Projektes vom 3. September 1955, auf die wir an dieser Stelle verweisen.* Daraus ist ersichtlich, dass innerhalb des zu untersuchenden Streifens durch Zentralgrönland einerseits verschiedene Gruppen gleichzeitig im Firngebiet, an der Firnlinie, im eigentlichen Ablationsgebiet und an der Küste stationiert sein werden, während andererseits ambulante Gruppen ergänzende geodätische und seismische Arbeiten durchführen. Ferner geht aus der genannten Zusammenstellung hervor, dass neben den geodätischen und seismischen Arbeiten Untersuchungen auf dem Gebiete der Meteorologie und Klimatologie, der Schneekunde, der Eismechanik und Kristallographie, der Bewegung, Thermodynamik und Bilanz des Inlandeises (Firnzuwachs und Ablation) sowie der hydrologischen und periglazialen Verhältnisse vorgesehen sind.

Wie weit dieses weitgespannte wissenschaftliche Programm verwirklicht werden kann, lässt sich erst entscheiden, wenn die Liste der teilnehmenden Länder bekannt und die internationale Koordination, die im vollen Einvernehmen mit Dänemark erfolgen muss, weiter fortgeschritten ist. Als Koordinationsstelle amtet vorläufig der Vorstand der Int. Kommission für Schnee und Eis, dem von der Assoziation für Hydrologie das Patronat der geplanten Expedition übertragen wurde. Er steht dabei in enger Zusammenarbeit mit dem Expéditions Polaires Françaises, deren Leiter, P. E. VICTOR, sich auf Ersuchen der Kommission für Schnee und Eis bereit erklärt hat, die Organisation der geplanten internationalen Expedition zu übernehmen.

Im Rahmen des Gesamtprogramms muss die Auswahl der Wissenschaftler der an der Expedition teilnehmenden Länder unter dem Gesichtspunkt erfolgen, dass die von dem betreffenden Land ganz speziell gepflegten Fachgebiete durch führende Persönlichkeiten vertreten werden. Was unser Land anbetrifft, werden nachstehend noch einige Grundedanken zur schweizerischen Beteiligung und Zielsetzung entwickelt, die dem anfangs

* Dieses Projekt wurde dem Präsidenten des Comité National Suisse pour l'AGI Ende September 1955 eingereicht.

Dezember 1955 eingereichten Budgetentwurf zugrundeliegen (1. Entwurf vom 10. Dezember 1955).

III. ZIELSETZUNG FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN BEITRAG DER SCHWEIZ

Auf Grund seiner Tradition und der neueren Entwicklung der schweizerischen Forschungen auf dem Gebiete Schnee und Eis kann unser Land vor allem auf folgenden Fachgebieten zum Gelingen der internationalen Grönlandexpedition beitragen:

1. Glaziologie: Gletscherkontrolle, Eismechanik, Gletscherbewegung, Gletscherkorn und Chemie des Eises.
2. Schneekunde: Bildung, Ablagerung und Metamorphose des Schnees, Schneemechanik und Übergang Schnee-Firn-Gletschereis.
3. Hydro-Glaziologie: Ablationsmessung, Bestimmung der Firnlinie, Bilanzbetrachtung und Gletscherabfluss.

In diese drei Fachgebiete sind die Gletscherkommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft (1), das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch in Zusammenarbeit mit dem Dozenten für Schneemechanik und Lawinenverbau an der ETH (2) und die Abteilung für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH (3) zuständig, wobei sich die einzelnen Sektoren vielfach überschneiden. Schliesslich besitzt die Schweiz hervorragende Geodäten mit Gebirgs Erfahrung, deren Mitwirkung bei gewissen geodätischen Aufgaben in Grönland erwünscht wäre.

Über die unter (1)–(3) durch Stichworte angedeuteten Untersuchungen sind detaillierte Studien zwecks Vorbereitung der im Rahmen der Internationalen Koordination aufzustellenden Detailprogramme durchzuführen. Zu den einzelnen Programmpunkten folgen nachstehend noch einige grundsätzliche Bemerkungen und Erläuterungen.

1. Glaziologie

Im Sinne Albert Heims, der immer wieder auf die Bedeutung der Gletscher als 'Klimatoskop' hinwies, geht es zunächst darum, die in der Schweiz und in den andern Ländern *gesammelten Erfahrungen der Gletscherkontrolle sinngemäss auf das grönländische Inlandeis zu übertragen*. Abgesehen vom Standardwerk der Rhonegletschervermessung sind dabei vor allem die in den letzten Jahrzehnten auf dem Jungfraujoch und am Aletschgletscher entwickelten Methoden zur parallelen Beobachtung im Firn- und Ablationsgebiet von besonderem Interesse.* Was die Installation einer permanenten Pegelreihe quer durch das Inlandeis anbetrifft, muss versucht werden, die Hauptpegel so zu konstruieren, dass sie bei guter Sicht vom Flugzeug aus kontrolliert werden können.

In den letzten zehn Jahren wurden ferner durch schweizerische, englische und amerikanische Forscher eingehende Untersuchungen über die *Mechanik*

* R. HAEFELI und P. KASSER, Beobachtungen im Firn- und Ablationsgebiet des grossen Aletschgletschers, *Schweizerische Bauzeitung*, Bd. 66, n° 35–36.

des Eises, z.T. im Innern der Gletscher (Eisstollen), z.T. im Kältelaboratorium (Weissfluhjoch) durchgeführt und veröffentlicht.* Einem glücklichen Umstand und dem verständnisvollen Entgegenkommen der Generaldirektion der PTT ist es ferner zu verdanken, dass auf dem Jungfrauojoch seit 1950 systematische Beobachtungen und Messungen über das Verhalten einer kalten Eiscalotte vorgenommen werden konnten.† Diese Ergebnisse, in Verbindung mit den Resultaten von Laboratoriumsversuchen über die Verformbarkeit des Eises bei tiefen Temperaturen und hohen Drücken, erlaubten es, gewisse Hypothesen über den *Mechanismus des Inlandeises* (Gletscherbewegung) aufzustellen, deren Nachprüfung zu den Aufgaben der geplanten Expedition gehört. Dabei wird der Bewegungs- und Verformungsprozess des Inlandeises und seines Ausflusses in das Meer in Form mächtiger *Eisströme* als ein *rheologisches Problem* grössten Ausmasses betrachtet, bei dessen Lösung die in der Schweiz durchgeführten Untersuchungen über das Kriechen von Boden, Schnee und Eis als Anregung dienen.

Schliesslich ist unter den glaziologischen Problemen auch auf das grosse wissenschaftliche Interesse hinzuweisen, das die *kristallographische und chemische Untersuchung des Gletschereises* beanspruchen darf. Dabei ist der Umstand massgebend, dass das in der Ablationszone zu Tage tretende Eis ein Alter von vielen Tausenden von Jahren besitzt und in chemischer Hinsicht infolge der Unberührtheit des Einzugsgebietes als reine Eiswüste vor allem die kosmischen Einflüsse bzw. Ablagerungen eiszeitlicher Perioden widerspiegelt. Abgesehen von der Frage der Anreicherung schweren Wassers im Gletschereis bzw. im Schmelzwasser, muss in diesem Zusammenhang auch die Möglichkeit der Altersbestimmung des Eises erneut überprüft werden. Bei diesen letztgenannten Untersuchungen würde sich die Feldarbeit im wesentlichen auf die vorschriftsgemässe Entnahme von Proben und deren genaue Ortsbestimmung beschränken, während die Analyse der flüssigen Phase im Laboratorium, d.h. nach dem Transport der Schmelzwasserprobe in die Schweiz erfolgen könnte.

2. *Schneekunde*, die auch die schneemechanischen Arbeiten umfasst

Die *Schneemechanik*, ein besonders in der Schweiz seit zwanzig Jahren entwickelter Zweig der angewandten Mechanik, spielt heute bei der Durchführung von technischen Aufgaben in den Eiswüsten der Arktis und Antarktis eine grundlegende Rolle.‡ Unter den bereits durch einige Stichworte angedeuteten Programmpunkten sei im übrigen im Zusammenhang mit dem Problem der Schneeablagerung im Inlandeis an dieser Stelle nur eines der dringendsten hervorgegeben: Entwicklung einer Test- oder Sondiermethode, welche gestattet, auf Grund der physikalischen Eigenschaften der Schnee- und Firnablagerung die Mächtigkeit der jährlichen Firnzuwächse bis in grössere Tiefen zu bestimmen, ohne die Schnee- bzw. Firndecke abgraben zu müssen. Erste Versuche in dieser Richtung wurden in

* R. HAEFELI, Kriechprobleme in Boden, Schnee und Eis. *Wasser- und Energiewirtschaft* Nr. 3, 1954.

S. STEINEMANN, Flow and recrystallisation of ice, *C.R. Hydrologie, Rome*, 1954.

† R. HAEFELI and F. BRENTANI, Observations in a cold ice cap, *Journal of Glaciology*, Vol. 2, No. 18, 1955.

‡ R. HAEFELI, Schneemechanik, *Geologie der Schweiz Geotechn. Serie (Hydrologie)*, 1939.

Grönland sowohl von den Amerikanern (SIPRE) als auch von den Franzosen (P. E. VICTOR) unter der Mitwirkung von Schweizern, z.T. unter Anwendung der in unserem Lande gebräuchlichen Rammsonde gemacht. Zur Zeit wird namentlich auf Weissfluhjoch an der Entwicklung einer verbesserten Methode zur Abtastung der 'Jahresringe' der Firndecke bis in grösserer Tiefe gearbeitet. Durch eine solche Methode würde die Messung des Firnzuwachses, aber auch die Beurteilung von kurzfristigen Klimaschwankungen wesentlich erleichtert.*

3. Hydro-Glaziologie

Hier handelt es sich vor allem um die Untersuchung des Eis- und Wasserhaushaltes des Inlandeises, d.h. um seine Massenbilanz und damit um die Prüfung der Frage, wie weit der heutige Zustand des Gletschers vom stationären Zustand abweicht bzw. defizitär ist. Zu diesem Zwecke ist neben dem Firnzuwachs eine zuverlässige *Ablationsmessung* erforderlich, wie sie gemäss dem im Anhang beigefügten Programm der Abteilung für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau von Ing. P. KASSER auf Grund der am Aletschgletscher entwickelten Methoden vorgeschlagen wird.† Die Erforschung der Ablation in ihrer Abhängigkeit von den klimatischen und meteorologischen Elementen (Temperatur, Strahlung, Niederschlag etc.) ist heute besonders aktuell. Derartige Ablationsmessungen gestatten auch eine genauere Lokalisierung der Firnlinie, die für alle Bilanzbetrachtungen von grundlegender Bedeutung ist. Als weiteres wichtiges Element der Bilanzbetrachtung ist die Produktion von Eisbergen (Kalbung) zu erwähnen.

Aus der sich für die drei genannten Sektoren entwickelnden Problemstellung folgt einerseits, dass sich die aktive Mitarbeit der Schweiz, wie im Budgetentwurf vom 10. Dezember 1955 vorausgesetzt wurde, örtlich auf drei Zonen des Expeditionsgebietes verteilen würde:

- (a) Eismitte als Zentrum des Firngebietes
- (b) Firnlinie (d.h. oberhalb der Spaltenzone)
- (c) Ablations- und Küstengebiet.

Selbstverständlich sind alle Arbeiten im Inlandeis mit *geodätischen Messungen* verbunden, die gesondert betrachtet werden müssen. Da die Geschwindigkeiten im Firngebiet, im Gegensatz zu den Eisströmen, relativ klein sind, so stellt ihre Erfassung hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit. Wohl kann mit Hilfe von lokalen Distanzmessungen die Relativbewegung der Firnoberfläche innerhalb des spaltenfreien Firngebietes genügend genau bestimmt oder die Verformung eines Kreises von grossem Durchmesser (z.B. 10 km) in Eismitte beobachtet werden. Um jedoch die plastische Verformung des Eisschildes als Ganzes auf lange Sicht untersuchen zu können, muss die *Vermessung der Querprofile* Ost-West an einen festen Punkt der

* M. DE QUERVAIN, Snow and ice problems in Canada and USA. *Nat. Res. Council, Tech. Rep. No. 5*, Ottawa, 1950.

M. DE QUERVAIN, Über den Abbau der alpinen Schneedecke, *C.R. Hydrologie, Oslo*, 1948.

M. DE QUERVAIN, Über die Verdunstung der alpinen Schneedecke. *C.R. Hydrologie, Bruxelles*, 1951.

† P. KASSER, Ablation und Schwund am grossen Aletschgletscher. *Verhandlungen der SNG*, 1953.

Küste angeschlossen werden, der auch als Basispunkt für das Nivellement dient. Da zu diesem Zwecke die Westküste kaum in Frage kommt, weil hier der terrestrische Anschluss der Inlandeismessung durch eine breite Spaltenzone erschwert oder gar praktisch verunmöglicht wird, so muss der Anschluss im Osten gesucht werden, wo Cecilia Nunatak, als östlicher Endpunkt des Profils vom Inlandeis aus ohne natürliche Hindernisse erreichbar ist. Dies bedeutet aber, dass Cecilia Nunatak (ca. 1600 m) an das Dänische Vermessungsnetz der Ostküste trigonometrisch angeschlossen wird, eine Aufgabe, die von gebirgstüchtigen Geodäten mit möglichst hoher Präzision durchgeführt werden muss. Hier wäre die leitende Mitwirkung der Schweiz besonders erwünscht, wobei neben der Entsendung eines erfahrenen Geodäten auch eine beratende Tätigkeit durch den Ordinarius für Geodäsie und Topographie der ETH in Frage käme.

Zusammenfassend geht aus der vorliegenden Skizze des schweizerischen Beitrages zum wissenschaftlichen Gesamtprogramm hervor, dass die dabei verfolgte Linie die Untersuchungen der Grönlanddurchquerung von Prof. DE QUERVAIN mit modernen Mitteln fortführt und sich zum Ziele setzt, die in unserem Lande auf dem Gebiete der Schneekunde, der Glaziologie und der Hochgebirgshydrologie erzielten Fortschritte im Rahmen der durch das AGI gestellten Aufgaben nutzbar zu machen. Die bei der Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern anderer Nationen erzielten Verbesserungen der Arbeitsmethoden kommen nachher—ganz abgesehen von der Bereicherung durch den persönlichen Kontakt—dem eigenen Lande wieder zugute, das am Ausbau der glaziologischen Untersuchungen auch im Zusammenhang mit der Erschliessung der Wasserkräfte im vergletscherten Hochgebirge direkt interessiert ist.

Zürich, den 28. Dezember 1955.

P. KASSER

PROGRAMM

FÜR ABLATIONSUNTERSUCHUNGEN IN GRÖNLAND ANLÄSSLICH DER INTERNATIONALEN GRÖNLANDEXPEDITION IM GEOPHYSIKALISCHEN JAHR (1. ENTWURF)

I. ZIELSETZUNG

Bei der Untersuchung des Wasserhaushaltes eines vergletscherten Gebietes interessiert u.a., wie stark die Gletschermasse während eines Jahres zu- oder abgenommen hat, wie also die *Massenbilanz* ausfällt. Sie gibt einen Hinweis auf Klimaänderungen, entweder zwischen zwei Jahren oder indem die einzelne Bilanz als Mass dafür genommen wird, wie sich das Klima gegenüber früher geändert hat. Für die zweite Aussage reicht die Bezugsepoche je nach der Grösse des Gletschers verschieden weit zurück; im Falle von Grönland um Tausende von Jahren. Damit ist die Konstanz der Bezugsbasis über Jahrhunderte verknüpft, was den Wert einer Bilanzabschätzung an diesem Objekt erhöht.

Die Bilanz wird durch Abschätzung des in einem Jahr erfolgten Zuwachses, vermindert um den Abtrag, erhalten. Letzterer ist in Grönland

in erster Linie durch oberflächliche Abschmelzung, sowie durch die Ausstossung von Eisbergen ins Meer, gegeben.

BAUER (*Synthèse glaciologique*, Expéditions Polaires Françaises, Publications définitives n° II 3) schätzt die aus dem Inlandeis oberflächlich anfallende jährliche Schmelzwassermenge im Mittel auf etwa 315 km³, d.h. mehr als die Hälfte der gesamten ins Meer gelangenden Menge, die er mit 530 km³ angibt. Zur genaueren Abschätzung der Ablationswassermenge werden die im folgenden weiter ausgeführten Untersuchungen vorgeschlagen, denen die nachstehenden Teilziele gesteckt sind:

- (A) Abschätzung der aus der Ablationszone des Expeditionsgebietes während der Schmelzperiode im Expeditionsjahr anfallenden Wassermenge.
- (B) Für das Expeditionsgebiet geltende Bestimmung der Höhenlage der theoretischen Firnlinie des Expeditionsjahres durch Ablationsmessungen.
- (C) Aufsuchen von Beziehungen zwischen Ablation, Abfluss und Witterung und Ermitteln von Korrelationen, die es ermöglichen sollen, aus meteorologischen Daten die Ablation in Gebieten und Zeitspannen abzuschätzen, aus denen zwar meteorologische Beobachtungen, aber keine Ablationsmessungen vorliegen.

II. GENERELLES PROGRAMM

Die zur Erreichung dieser Ziele vorgesehenen einzelnen Untersuchungen sind in Abschnitt III beschrieben. Im wesentlichen handelt es sich um Arbeiten, die durch einen Glaziologen, für Punkt (C) in Zusammenarbeit mit einem Meteorologen, und mit gelegentlicher Unterstützung durch Gehilfen ausgeführt werden können. Die Verwirklichung von (A) und (B) hängt von der Möglichkeit ab, das Gebiet zwischen der Küste und der Firnlinie mindestens zweimal, vor Beginn und nach Abschluss der Schmelzperiode, zu begehen resp. zu befahren. Hierbei wären 1–2 Gehilfen nötig, falls grössere Fussmärsche vorkommen, entsprechend mehr. Zur Verwirklichung von (C) ist eine permanente Station in mittlerer Höhe der Ablationszone—was ungefähr dem Camp IV der Expéditions Polaires Françaises (ca. 1000 m.ü.M., 25 km vom Eisrand) entspricht—für die Dauer der Schmelzperiode vorgesehen. Hier wäre die direkte Mitarbeit eines Meteorologen, der sich womöglich auch mit Strahlungsmessungen befassen würde, erwünscht. Zur Installation von Abflussfeldern wäre ein weiterer Mitarbeiter von Vorteil, doch könnten diese auch mit gegenseitiger Hilfeleistung mit dem Meteorologen zusammen eingerichtet werden.

III. GEPLANTE UNTERSUCHUNGEN

- (A) *Zur Erreichung von Teilziel A:* Abschätzung der aus der Ablationszone des Expeditionsgebietes während der Schmelzperiode im Expeditionsjahr anfallenden Wassermenge:
- (a) *Ablationsmessungen an Holz- oder Polyäthylenpegeln in verschiedenen Meereshöhen.* Die Pegel werden vor Beginn der Abschmelzung installiert und nach Abschluss derselben abgelesen. Wird bloss die Ablation des

Gletschereises gemessen, so wird als Ausgangsniveau die Herbstoberfläche und nicht die Oberfläche des sich an der Basis der Schneedecke im Frühjahr aus Schmelzwasser und kaltem Schnee bildenden Eises gewählt. Es wäre jedoch wünschbar, die Abschmelzung der winterlichen Schneedecke in die Beobachtung einzubeziehen, d.h. als Beginn der Abschmelzung den Tag zu verstehen, wo die Schneedecke zu schmelzen beginnt. Bei jedem Ablationspegel wäre in diesem Fall der Wasserwert der Schneedecke ebenfalls zu bestimmen. Nach Möglichkeit soll sich die Ablationsmessung über die Firnlinie hinauf erstrecken, so dass kombiniert mit der Beobachtung in Schächten die Höhenlage festgestellt werden kann, von der an das aus dem Schnee hinunter-sickernde Schmelzwasser (und Regenwasser) nicht mehr abfließt, sondern in tieferen Schichten gefriert. Die Möglichkeit von event. Niederschlagsmessungen wäre noch abzuklären.

- (b) *Abflussmessungen an einem Versuchsfeld in mittlerer Höhenlage der Ablationszone.* Eine präzisere, event. kontinuierlich (laufend registrierte) Ablationsmessung dürfte mittels künstlich abgeschränkter Versuchsfelder von einigen m² Grösse, deren Schmelzwasserabfluss gemessen wird, möglich sein (vgl. Punkt (C)). Dabei kann event. erkannt werden, wie sich Kondensation und Verdunstung auf die Beziehung zwischen Ablation und Abfluss auswirken.

(B) *Zur Erreichung von Teilziel B:* Für das Expeditionsgebiet geltende Bestimmung der Höhenlage der theoretischen Firnlinie des Expeditionsjahres:

Das unter 1. erwähnte Beobachtungsnetz für die Ablationsmessung liefert die Ablationswerte für verschiedene Höhenlagen. Indem nach geeignetem Verfahren die Einzelmessungen durch eine kontinuierliche Funktion (Gerade, Parabel) ersetzt werden, lässt sich durch Extrapolation die Höhenlage der Ablation null ermitteln, die der Meereshöhe der theoretischen Firnlinie des betr. Jahres entspricht.

(C) *Zur Erreichung von Teilziel C:* Aufsuchen von Beziehungen zwischen Ablation, Abfluss und Witterung:

Im Hinblick auf die eventuelle Möglichkeit, Ablation und Abfluss in weiteren Teilen Grönlands und *in späteren Jahren aus meteorologischen Beobachtungen* abzuschätzen, ist geplant, im Expeditionsgebiet auf einem Versuchsfeld in mittlerer Höhenlage der Ablationszone zeitlich möglichst durchgehende Ablations- und Abflussmessungen auszuführen und mit meteorologischen Messungen von verschiedenen Stationen zu vergleichen.

- (a) *Ablationsmessungen.* Bei einer permanenten Station werden Ablationspegel aus Holz oder Polyäthylen, event. in verschiedener lokaler Exposition und bei verschieden beschaffener Eisoberfläche, 2 mal wöchentlich bis 2 mal täglich abgelesen.
- (b) *Abflussmessungen.* Nach einem in Ausarbeitung begriffenen Prinzip sollen ein bis mehrere Versuchsfelder von der Umgebung wasserundurchlässig abgeschränkt werden, die nur wenig über die Umgebung emporragen. Das Schmelzwasser wird aus den Versuchsfeldern in eine registrierende Abflussmessanlage abgeleitet.

- (c) *Meteorologische Daten.* Es wäre wünschbar, dass die massgebenden klimatologischen Elemente auf derselben Station von einem Meteorologen gemessen würden, wie z.B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Sonnenscheindauer, Sonnen- und Himmelsstrahlung. Falls nur in Eismitte und an der Küste meteorologische Stationen eingerichtet werden, müssten zusätzliche Messungen der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Sonnenscheindauer in beschränktem Ausmass bei der Abfluss-Station trotzdem vorgenommen werden.
- (d) *Messungen zur Charakterisierung des Eises.* Zur Charakterisierung des Eises sind Dichtebestimmungen, Temperaturmessungen bis zur Tiefe von ca. 10 m und Albedomessungen an der Eisoberfläche vorgesehen.

1. Dezember 1955

MADE AND PRINTED IN GREAT BRITAIN BY
WILLIAM CLOWES AND SONS, LIMITED
LONDON AND BECCLES

